

火力发电厂厂用电气自动化系统的现状和发展

袁 彪

江西赣能上高发电有限公司 江西 宜春 336000

摘要: 在现代社会, 电力作为经济发展和社会生活的关键支撑, 其稳定供应至关重要。火力发电在我国电力生产中占据主导地位, 随着科技的飞速发展, 电气自动化技术在火力发电厂中的应用愈发广泛和深入, 成为提升火力发电效率、保障供电稳定性、降低运营成本的关键因素。电气自动化系统能够实现对火力发电过程中各类电气设备的实时监测、精准控制与智能保护, 有效提升发电系统的安全性、可靠性和运行效率。

关键词: 火力发电厂厂用电气; 自动化系统; 现状和发展

引言: 从传统的手动操作与简单控制, 到如今高度自动化、智能化的电气控制系统, 火力发电厂厂用电气自动化系统经历了显著的变革与发展。它不仅推动了火力发电行业的技术进步, 还在满足日益增长的电力需求、促进能源的高效利用等方面发挥着重要作用。基于此, 深入探讨火力发电厂厂用电气自动化系统的现状和发展趋势, 对于进一步优化火力发电生产流程、提高能源利用效率、增强电力企业的竞争力具有重要的现实意义。此举有助于电力行业从业者更好地把握技术发展方向, 推动技术创新与应用, 还能为相关政策的制定和决策提供有力的依据, 促进整个电力行业的可持续发展。

1 厂用电气自动化系统在火力发电中的关键作用

1.1 提高发电效率

通过对电气设备的精准控制和实时监测, 系统能够及时调整设备的运行参数, 使其始终处于最佳运行状态, 从而提高发电设备的效率。例如, 励磁调节系统能够根据电力系统的负荷变化, 自动调节发电机的励磁电流, 优化发电机的输出功率, 提高发电效率, 减少能源浪费。更重要的是, 自动化系统实现了设备的快速启动、停止和切换, 缩短了设备的启停时间, 增加了发电设备的有效运行时间, 进一步提高了发电效率。

1.2 降低运营成本

一方面, 自动化系统减少了人工操作和维护的工作量, 降低了人力成本。传统的火力发电厂需大量的运行人员进行现场操作和设备巡检, 而电气自动化系统实现了远程监控和自动化控制, 运行人员可在监控中心对设备进行集中管理, 减少了现场操作人员的数量。另一方面, 利用对设备运行状态的实时监测和故障预测, 系统能够提前发现设备潜在的问题, 及时进行维护和检修, 极大地避免设备突发故障带来的停机损失和维修成本。除此之外, 自动化系统还能优化能源利用, 降低能源消

耗成本, 提高电厂的经济效益。

1.3 保障设备安全稳定运行

完善的保护功能是保障设备安全稳定运行的核心。发变组保护、测控保护装置等能够对电气设备的各种故障进行快速检测和响应, 在故障发生的瞬间迅速切断故障电路, 防止故障扩大, 保护设备免受损坏。与此同时, 系统还具备实时监测和预警功能, 能够对设备的运行参数进行实时监测, 一旦发现参数异常, 立即发出预警信号, 提醒运行人员及时采取措施, 避免设备故障的发生^[1]。另一方面, 自动化系统的冗余设计和可靠性措施, 大幅度提高了系统自身的稳定性和可靠性, 确保在各种复杂情况下都能正常运行, 最终为火力发电的安全稳定提供了坚实保障。

1.4 优化电力生产流程

电气自动化系统实现了电力生产过程的自动化和信息化管理, 优化了生产流程。它将各个电气设备和生产环节紧密连接在一起, 高度实现了数据的共享和协同工作, 使得生产过程更加高效、流畅。运行人员可通过监控系统实时了解整个发电过程的运行情况, 对生产过程进行统一调度和管理, 及时调整生产策略, 以提高生产效率和产品质量。并且, 值得肯定的是, 自动化系统还能与其他生产系统(如DCS系统、SIS系统、MIS系统等)进行无缝集成, 实现了火力发电厂的全面自动化和信息化管理, 推动了电力生产的智能化发展。

2 火力发电厂厂用电气自动化系统概述

2.1 系统定义与范畴

火力发电厂厂用电气自动化系统, 通常也被称为ECS(Electric Control System), 是将原分散控制系统(DCS)中的电气部分独立出来进行专业管理的综合自动化系统。其核心在于实现厂用电中低压电气系统的保护、测量、控制、分析等综合功能。它对电气的监控范

围广泛,涵盖发变组、励磁系统、6kV厂用电源系统、400V厂用电源系统、保安电源、直流电系统、UPS(不间断电源)和高压备变等。

在保护功能方面,它能对厂用电气设备可能出现的各种故障进行实时监测和快速响应,如短路、过载、接地等故障,通过保护装置迅速切断故障电路,防止故障扩大,保障设备和人员安全。在测量方面,可精确测量电气设备的各种参数,包括电压、电流、功率、频率等,为运行人员提供准确的数据参考,以便及时掌握设备运行状态。控制功能则体现在对电气设备的远程操作和自动化控制,如发电机的升压并网、解列,6kV厂用电源的切换等,提高操作的准确性和及时性,减少人为操作失误。而另一方面,分析功能使得系统能够对采集到的大量数据进行深度挖掘和分析,评估设备的运行健康状况,预测潜在故障,为设备的维护和检修提供科学依据。

2.2 系统构成与关键组件

2.2.1 发变组保护

发变组保护是保障发电机和变压器安全运行的关键防线。它能够快速而灵敏地检测并切除发电机定子绕组、变压器绕组以及它们之间连线发生的各种故障,如相间短路、匝间短路、单相接地等故障。如,发电机的纵差动保护作为内部相间短路的主保护,能在故障发生瞬间迅速动作,切断电路,避免故障对设备造成进一步损坏。而且,发变组保护还具备后备保护功能,当主保护因某些原因未能正常动作时,后备保护可及时启动,确保故障仍能得到有效处理,无疑提高了系统的可靠性和安全性。

2.2.2 励磁调节系统

励磁调节系统对于维持发电机的稳定运行和电力系统的电压稳定起着至关重要的作用。它主要由自动电压调节器(AVR)、励磁电源(如励磁机、励磁变压器)、整流器(实现AC/DC变换,常见的有SCR可控硅、二极管等)以及灭磁与转子过电压保护等部分组成。自动电压调节器能够根据发电机的运行状态和电力系统的需求,自动调节励磁电流的大小,从而维持发电机定子电压的稳定,合理分配各台机组间的无功功率。尤其是在电力系统发生短路等故障时,励磁调节系统还能实现强行励磁,提高系统的动态稳定能力,扩大静态稳定运行的范围。

2.2.3 厂用电源系统

厂用电源系统负责为火力发电厂内的各种设备提供稳定可靠的电力供应,包括6kV厂用电源系统和400V厂用电源系统等。它具备完善的电源切换功能,能够在工

作电源和备用电源之间实现快速、可靠的切换,确保在电源故障或检修时,设备仍能持续运行,不受影响^[2]。此外,厂用电源系统还配备了相应的保护和监测装置,对电源的质量和运行状态进行实时监控,及时发现并处理电源异常情况,继而保障厂内设备的正常用电。

2.2.4 测控保护装置

测控保护装置分布在各个电气设备处,实现对设备的测量、控制、保护和信号传输等功能。它们能够实时采集设备的运行参数,如电压、电流、温度等,并将这些数据传输给上位机进行分析处理。当设备出现异常或故障时,测控保护装置能迅速动作,发出报警信号并采取相应的保护措施,如跳闸、闭锁等,防止故障进一步恶化。同时,测控保护装置还支持远程通信,方便运行人员对设备进行远程监控和操作。

2.2.5 通信网络

通信网络是连接系统各个组件的纽带,实现了数据的快速传输和共享。它通常采用现场总线或以太网等通信技术,将发变组保护、励磁调节系统、厂用电源系统、测控保护装置等设备连接在一起,使它们能够相互通信、协同工作。而通信网络的应用,使得运行人员可在监控中心实时获取各个设备的运行信息,对系统进行集中监控和管理,提高了系统的运行效率和管理水平。并且,通信网络还能与厂级监控系统(SIS)和电厂管理信息系统(MIS)进行数据交互,为电厂的生产调度和管理决策提供数据支持。

3 火力发电厂厂用电气自动化系统的现状剖析

3.1 技术难题

第一,系统稳定性与冗余度不足,易受电源波动、电磁干扰、软件故障等影响,导致误动作和设备停机,影响生产。例如,电网电压波动时,部分测控保护装置误动作,造成设备停机。此外,系统冗余度不足,关键设备故障时无法切换至备用设备,引发生产中断,威胁安全与经济利益。

第二,通信速度与可靠性也是挑战。现场设备众多,数据传输量大,通信网络易拥堵,延迟增加,影响设备控制与调度。电磁干扰还可能导致数据丢失或错误,影响系统可靠性。某电厂因通信线路受电磁干扰,控制信号传输受阻,设备无法正常运行。

第三,抗干扰能力不足同样显著。火力发电厂电磁干扰源多,影响电气自动化系统正常运行,导致误动作和数据错误。测控保护装置受强电磁干扰时,测量数据不准确,保护误动作,影响安全运行。通信线路也易受干扰,导致通信中断或数据传输错误。提高抗干扰能力需采取

屏蔽、滤波、接地等措施,但成本高且效果有限。

3.2 设备兼容性与集成挑战

设备兼容性与集成方面,不同厂家设备通信协议、接口标准、数据格式差异大,兼容性差,增加系统集成成本和难度。某电厂升级系统时,新设备与原有设备通信协议不兼容,无法实现协同工作,影响系统性能。

新旧设备集成也面临困难。旧设备技术标准与接口可能不匹配新设备,需改造或增加适配器,增加成本和难度,影响稳定性和可靠性。软硬件差异也可能导致兼容性问题,增加运维复杂性。

3.3 运维与管理困境

运维方面,部分运维人员技术水平不足,对系统原理、结构、功能了解不深,故障诊断和处理能力弱,影响故障处理效率和生产。新技术应用要求运维人员不断学习和更新知识,但部分人员缺乏学习主动性,技术水平难以提升。

再加上管理方面,传统管理模式缺乏信息化管理手段,设备信息也无法实现实时共享和动态管理。运维计划和流程不完善,工作安排和执行随意,影响运维效率和质量,增加设备故障风险。

4 未来发展趋势

4.1 系统稳定性与冗余度增强

火力发电厂电气自动化系统正面临稳定性与冗余度不足的挑战,为解决这一问题,未来发展趋势将着重于技术升级与冗余设计。硬件方面,将采用更可靠的组件和设备,确保系统在各种恶劣环境下仍能稳定运行。软件层面,则需优化算法并增强错误处理能力,减少因软件故障导致的停机时间。另外,冗余设计将成为关键,特别是在关键设备和系统中,实施冗余设计将确保在主设备故障时,备用设备能迅速切换并接管工作,从而避免生产中断。以上系列措施将共同提升系统的整体稳定性和可靠性,确保火力发电厂的安全高效运行。

4.2 通信速度与可靠性提升

提升通信速度与可靠性是电气自动化系统未来发展的另一大方向。随着技术的不断进步,高速通信技术如光纤通信和新一代无线通信技术(如5G、Wi-Fi 6)将被引入,以加快数据传输速度并减少延迟^[1]。并且,加强通

信线路的抗干扰能力,采用屏蔽、滤波等技术手段,将有效减少电磁干扰对通信信号的影响。除此之外,建立智能网络管理系统,能够实时监控通信网络的状态,及时发现并解决网络拥堵和数据传输延迟问题,也将成为提升通信可靠性的重要手段。

4.3 设备兼容性与集成问题解决

设备兼容性与集成问题是当前电气自动化系统面临的另一大挑战。为解决这一问题,未来将推动行业内部制定统一的通信协议和接口标准,以减少不同厂家设备之间的兼容性问题。同时,采用模块化设计理念,使新设备能够更容易地与旧设备集成,降低系统集成成本和难度。此外,利用人工智能和大数据技术,实现设备的智能化集成和管理,将进一步提升系统的整体性能和可靠性。

4.4 运维与管理水平提升

提升运维与管理水平是电气自动化系统未来发展的又一重要方向。未来,将加强对运维人员的培训和技术提升,使他们能够熟练掌握电气自动化系统的原理、结构和功能,提高故障诊断和处理能力。而且,引入信息化管理手段,如物联网(IoT)、云计算等技术,实现设备信息的实时共享和动态管理。此外,制定完善的运维计划和流程,确保运维工作的有序进行,减少因运维不当导致的设备故障风险。

结语:火力发电厂电气自动化系统的现状与发展,是电力行业技术进步的重要标志。未来,随着技术的不断进步和创新,电气自动化系统将在系统稳定性与冗余度、通信速度与可靠性、设备兼容性与集成以及运维与管理水平等方面实现全面提升。这将为火力发电厂的安全高效运行提供有力保障,同时也将推动电力行业向更加智能化、自动化方向发展。

参考文献

- [1]刘斌,王国栋,谷爱军,姜浩洋.电气自动化在火力发电厂中的应用研究[J].今日自动化,2024(1):74-76.
- [2]孙一源.火力发电厂电气工程自动化应用策略分析[J].电力设备管理,2024(5):93-95.
- [3]郭俊花.火力发电厂电气自动化系统的应用及发展[J].今日自动化,2019(10):113-114.